BESOINS BIOLOGIQUES DES VERS DE TERRE ET POROSITE DU SOL

A. KRETZSCHMAR

I.N.R.A. FAUNE DU SOL
17, rue Sully — 21034 DIJON CEDEX

Mots clés
Vers de terre, comportement biologique, macroporosité.

Bulletin GFHN N° 15 - JUIN 1984

Résumé

Pour comprendre le rôle des galeries de vers de terre, comme porosité particulière du sol, il faut expliciter une relation fonctionnelle entre les besoins biologiques des vers de terre et l'intensité de la mobilité jointe aux propriétés des galeries résultant de cette mobilité. On donne un aperçu général des besoins en eau, en oxygène et en nourriture ; la distribution hétérogène de l'optimum de ces différents éléments rend la mobilité obligatoire et le type de galeries est interprété comme le résultat d'un comportement adaptatif. Quelques hypothèses sont faites sur le rôle fonctionnel des galeries vis-à-vis de la circulation de l'eau et de la diffusion de l'oxygène.

Biological factors of earthworms activity and soil porosity

Summary

To understand the fonction of the burrow system of the earthworms, we need to make clear a functionnal relation between the biological needs and the movement intensity and the proporties of the burrows opened during the movements. A general review of the needs in water, oxygen and nutriements is made. The heterogeneous distribution of thoses elements in the profile obliges the earthworms to move from an optimum to another ; the type of burrow system is understood as an adaptative behaviour.

Some hypothesis are made on the functionnal rôle played by the burrows in water drainage and oxygen diffusion.

I - Introduction

Le public scientifique est généralement convaincu du rôle des vers de terre dans le sol ; cependant, la question reste toujours ouverte en l'absence de démonstration pertinente de ce rôle. Cet état de chose signifie que les observations si faciles et si nombreuses des traces de l'activité des vers de terre ne font que rendre plus urgent d'en expliquer le mécanisme. Aussi trouvera-t-on dans cet article plutôt l'exposé d'une démarche menant à la démonstration que la démonstration elle-même qui n'est pas encore disponible.

L'argument de la démarche est le suivant : la description *in extenso* de toutes les traces pédologiques de l'activité des vers de terre ne permet pas de décrire la fonction dans le sol de cette activité et sa dynamique (saisonnière par exemple). Pour ce faire, il faut considérer ces traces comme le résultat d'un comportement dicté par la logique simple du vivant : les propriétés fonctionnelles, d'un point de vue "lombricocentrique", des faits structuraux créés par ce comportement dans le sol sont une réponse à la fonction physiologique (= besoin biologique) qui est à l'origine du comportement. Dans les lignes qui suivent seront décrits : les besoins biologiques essentiels, la mobilité obligatoire liée à la satisfaction de ces besoins, les choix de divers types de galeries pour rendre optimale cette mobilité et l'aptitude de ces galeries à améliorer les conditions vitales.

II - Les besoins essentiels des vers de terre

a) Remarques sur les lombriciens endogés

D'après une thèse récente de SATCHELL (1980), il est possible de classer les vers de terre en 2 grands groupes. Les épigés qui ont gardé un habitat de surface et restent inféodés aux endroits où il y a accumulation de matières organiques : litière forestière, compost, ... ; ces animaux n'échappent à la saison de sécheresse estivale, dans nos régions, que par une stratégie de reproduction dite de type "r", utilisant les cocons comme forme de résistance. Ils ne s'enfoncent pas dans le sol, sauf en utilisant, parfois, des galeries déjà ouvertes. Les endogés ont développé, à partir du type précédent,

l'aptitude à se mettre à l'abri des mauvaise conditions de surface en creusant des galeries. Parmi ces derniers, certains (épi- endogés = anéciques) ont gardé une activité de surface, la nuit en période favorable, mais d'autres, les endogés stricts, restent continuellement à l'intérieur d'un horizon d'une épaisseur et d'un niveau moyen variables suivant les espèces et l'époque de l'année.

b) Humidité du sol

Les vers de terre, issus d'ancêtres aquatiques, n'ont pu se répandre à la surface ou dans le sol qu'à condition d'y trouver suffisamment d'eau libre pour assurer le fonctionnement physiologique de l'épiderme (respiration en particulier). On a récemment montré qu'il y avait une corrélation stricte entre le pF de l'eau dans le sol et la teneur en eau des vers de terre (KRETZSCHMAR, données non publiées).

c) Oxygène

L'oxygène utile pour les lombriciens est celui dissous dans l'eau du sol : les animaux immergés restent en vie si l'eau est renouvelée ; la quantité d'oxygène dissous varie avec la pression partielle de ce gaz dans l'atmosphère du sol. La consommation d'oxygène par les vers de terre décroît à partir d'une valeur de la pression partielle dans l'air de 76 mm Hg (c'est-à-dire égale à la moitié de la pression atmosphérique : 152 mm Hg) et il n'est pas impossible que des pressions inférieures à cette valeur se présentent localement dans le sol. La respiration microbienne peut à elle seule appauvrir des zones en oxygène disponible. Par ailleurs, le renouvellement de l'oxygène de l'atmosphère du sol est essentiellement dû au processus de diffusion (BAVER, 1972) ; ce sont donc les continuités accessibles à l'air, entre la surface et la profondeur qui auront un effet déterminant sur la teneur en O_2.

d) Nourriture

Aucun travail ne permet de connaître la nature exacte de la source de nutriments des vers de terre : déchets microbiens, cadavres de microorganismes, attaque directe de la cellulose, ... C'est pourquoi on tient encore pour adéquate la notion de richesse du bol alimentaire en matières organiques libres. Il est alors

aisé de montrer des différences dans le bol alimentaire des animaux suivant l'espèce (les endogés stricts ont un régime plus pauvre en matière organique libre que les autres), le stade (les immatures ingèrent plus de matière organique libre que les adultes) ou l'heure (on peut suivre les déplacements des endogés à activité de surface en analysant la teneur en matière organique libre du bol alimentaire) (KRETZSCHMAR, 1983).

e) Température

Sur toutes les fonctions physiologiques dont résultent les besoins ci-dessus, la température joue le rôle de facteur d'environnement ; la règle générale étant que l'intensité des fonctions croît avec la température jusqu'à la température létale qui est de l'ordre de 30°C pour les vers de terre.

III - Mobilité et galeries

Les optimums, à chaque instant, des conditions de satisfaction des besoins dans le sol, ne sont pas au même niveau du profil ; en général, la journée la surface est trop sèche ; mais dans la profondeur où l'humidité est presque toujours convenable, oxygène et nourriture sont plus rares. De plus, la surface est marquée, la journée, par le "danger" de la prédation (la lumière sert de stimulus avertisseur). Les variations journalières et saisonnières de ces optimums conduisent les animaux à une mobilité obligatoire pour que tous les besoins soient satisfaits ;cette mobilité étant nulle si tous les éléments sont disponibles à la surface et maximale au moment où, avant le déclenchement de la diapause estivale, profondeur et surface sont les plus différentes (= "éloignées" d'un point de vue fonctionnel).

Pour circuler entre profondeur et surface, les vers de terre creusent des galeries. Les différents types de réseaux de galeries, se résumant schématiquement à 3 modèles, révèlent différentes stratégies adaptatives. En observant le caractère plus ou moins permanent des galeries creusées (et donc leur probabilité de réutilisation), ont peut proposer trois classes :

- le degré minimal : la galerie est refermée immédiatement après le passage de l'animal. Le mécanisme précis de la progression d'un

animal dans le sol (tassement + ingestion remplissant les vides du tube digestif) n'est pas connu mais certaines espèces strictement endogées semblent avoir adopté ce mode ; il peut rester çà et là quelques tronçons non rebouchés, mais leur distribution est quasi-aléatoire (résultant de la combinaison des variations du processus alimentaire et des variations de la compacité-porosité du milieu).

- le degré maximal : une galerie (alors mieux dénommée "terrier") est creusée soit en forme de puits, soit en forme de U (ou toute autre forme intermédiaire), conservée dans cet état pendant toute la période d'activité et à partir de laquelle le sol est exploité à différents niveaux (cas d'un *Lombricus sp.* de Forêt Noire ; LAMPARSKI et LAMPARSKI, comm. pers.).

- entre ces deux modes qui ne sont pas la règle, on trouve une variété très grande de réseaux constitués de l'imbrication de galeries anciennes et récentes (leur datation est encore impossible) et qui forme un ensemble peu connexe et dont la densité varie au cours du cycle saisonnier, au moins sous prairie (KRETZSCHMAR, 1978, 1982) : minimal pendant l'été (juillet-août), le réseau est peu à peu reconstitué en automne et atteint sa densité maximale vers le mois de mars ; après cette date, il est plus ou moins rapidement rebouché par les animaux au fur et à mesure que la surface devient inaccessible en raison du desséchement. A son maximum, le volume total des galeries peut représenter 10 l/m2 de surface, soit une longueur totale d'environ 900 m/m2 (chiffres obtenus sous prairie permanente, pour un niveau de population moyen de 300 individus/m2).

IV - Les propriétés "lombricocentriques" des réseaux de galerie

Malgré les observations de terrain et quelques mesures de laboratoire, démontrant que l'infiltration de l'eau est plus rapide en présence de galeries de vers de terre, ce chapitre est encore de l'ordre de l'hypothèse. S'il est simple de penser que la densité du réseau de galeries est positivement corrélée à l'intensité de la mobilité et au développement démographique (tous ces phénomènes sont maximaux au printemps, minimaux à la fin de l'été et croissant de celui-ci à celui-là), il est plus difficile de démontrer les propriétés biologiquement fonctionnelles des galeries.

Au moins peut-on noter que la circulation de l'eau et la diffusion des gaz (qui est la voie principale du renouvellement de l'atmosphère du sol) scnt modifiées. La distance réelle de la surface à la profondeur du profil exploitée par les animaux est sensiblement raccourcie lorsqu'on considère seulement les distances nécessaires pour descendre de galerie en galerie (un modèle de la variation de cette "distance" en fonction de la distribution des galeries et de leur longueur est en cours d'étude). Ces modifications sont d'autant plus nettes qu'elles apparaissent à des périodes où la porosité de grande taille, donc facilement accessible à l'air est à son maximum (état de gonflement maximal des argiles du sol à la fin de la période hivernale). Or, la progression de l'activité biologique de la surface vers la profondeur subit comme principal facteur limitant la disponibilité en oxygène qui décroît avec la profondeur, principalement par absence de voie de renouvellement (le peu qui y parvient est donc plus vite consommé que renouvelé).

V - Conclusion

L'aptitude des vers de terre à se déplacer dans le sol et à y entretenir un réseau de galeries confère à ces animaux un intérêt incontestable. Pour parvenir à comprendre et à prévoir le rôle de la porosité ainsi ouverte dans le sol, il faut établir les paramètres d'une relation fonctionnelle entre leurs besoins biologiques essentiels et leur comportement pour les satisfaire. Il s'agit d'une approche faisant appel à la fois au concept de la zoologie et de la physique du sol : physique des transferts de fluides mais aussi physique des propriétés mécaniques (influence de la cohésion ou de la compacité sur la dépense énergétique mise en oeuvre pour le creusement).

En terme de stratégie écologique, il est nécessaire que les vers de terre obtiennent en se déplaçant et en maintenant leurs galeries au moins autant qu'ils ne dépensent pour le faire ; nous sommes sûrs que, pour eux, le jeu en vaut la chandelle (puisqu'ils subsistent) mais nous devons mesurer la valeur des enjeux (puisque nous voulons en tirer bénéfice).

Références bibliographiques

BAVER L.D., W.H. GARDNER et W.R. GARDNER, 1972 - Soil physics. 4è ed. John WILEY N.Y., 1-498.

KRETZSCHMAR A., 1978 - Quantification écologique des galeries de lombriciens. Techniques et premières estimations. Pedobiologia 18, 64-75.

KRETZSCHMAR A., 1982 - Description des galeries de vers de terre et variations saisonnières des réseaux (observations en conditions naturelles). Rev. Ecol. Biol. Sol 19, 4, 579-591.

KRETZSCHMAR A., 1983 - Soil transport as a homeostatic mechanism for stabilizing the earthworm environment. Darwin Centenary. Sept. 1981. Grange-over-Sands. SATCHELL ed, CHAPMAN and HALL, LONDON, 59-66.

SATCHELL J.E., 1980 - r worms and k worms : a basis for classifying lumbricid earthworm strategies. In "Soil biology as related to land uses practices". Pro-eeding of the VII. International Soil Zoology Coll., Syracuse N.Y., 848-864.